

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-48957 ✓

(P2001-48957A)

(43) 公開日 平成13年2月20日 (2001.2.20)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テ-マ-ト*(参考) |
|--------------------------------------|------|---------------|------------|
| C 0 8 G 59/40 | | C 0 8 G 59/40 | 4 J 0 3 6 |
| 59/22 | | 59/22 | 4 M 1 0 9 |
| 59/32 | | 59/32 | |
| 59/62 | | 59/62 | |
| H 0 1 L 23/29 | | H 0 1 L 23/30 | R |
| 審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 11 頁) 最終頁に続く | | | |

(21) 出願番号 特願2000-158665(P2000-158665)

(22) 出願日 平成12年5月29日(2000.5.29)

(31) 優先権主張番号 特願平11-151416

(32) 優先日 平成11年5月31日(1999.5.31)

(33) 優先権主張国 日本(J P)

(31) 優先権主張番号 特願平11-155071

(32) 優先日 平成11年6月2日(1999.6.2)

(33) 優先権主張国 日本(J P)

(71) 出願人 000004455

日立化成工業株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目1番1号

(72) 発明者 天童 一良

茨城県つくば市和台48 日立化成工業株式
会社総合研究所内

(72) 発明者 片寄 光雄

茨城県つくば市和台48 日立化成工業株式
会社総合研究所内

(72) 発明者 赤城 清一

茨城県つくば市和台48 日立化成工業株式
会社総合研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 封止用エポキシ樹脂成形材料及び電子部品装置

(57) 【要約】

【課題】優れたはんだ耐熱性を示す封止用エポキシ樹脂成形材料及びそれにより封止された素子を備える銅フレームを用いた電子部品装置を提供する。

【解決手段】(A) エポキシ樹脂、(B) 硬化剤及び(C) 充填剤を必須成分とし、アルコキシ基を有する化合物を含まない封止用エポキシ樹脂成形材料、又は、(A) エポキシ樹脂、(B) 硬化剤、(C) 充填剤及び(D) アルコキシ基を有しないカップリング剤を必須成分とする封止用エポキシ樹脂成形材料。この封止用エポキシ樹脂成形材料により封止された素子を備える銅フレームを用いた電子部品装置。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 (A) エポキシ樹脂、(B) 硬化剤及び (C) 充填剤を必須成分とし、アルコキシ基を有する化合物を含有しない封止用エポキシ樹脂成形材料。

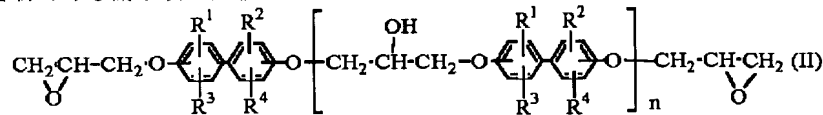
【請求項 2】 (A) エポキシ樹脂、(B) 硬化剤、(C) 充填剤及び (D) アルコキシ基を有しないカップリング剤を必須成分とする封止用エポキシ樹脂成形材料。

【請求項 3】 (C) 充填剤を (D) アルコキシ基を有しないカップリング剤で予め表面処理しないで用いてなる請求項 2 記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

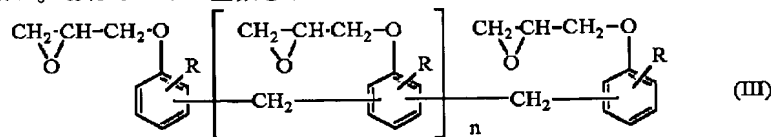
【請求項 4】 (D) アルコキシ基を有しないカップリング剤が Si—N 結合を有する環状シラン化合物を含有してなる請求項 2 又は請求項 3 記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

【請求項 5】 (D) アルコキシ基を有しないカップリング剤がシラノール基を有する化合物を含有してなる請求項 2～4 のいずれかに記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

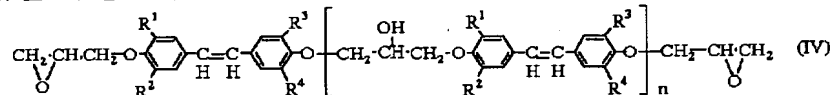
【請求項 6】 シラノール基を有する化合物が下記一般式 (I) で示される化合物である請求項 5 記載の封止用エ



(ここで、 $\text{R}^1 \sim \text{R}^4$ は水素原子及び炭素数 1～10 の置換又は非置換の一価の炭化水素基から選ばれ、全てが同一でも異なってもよい。 n は 0～3 の整数を示す。)

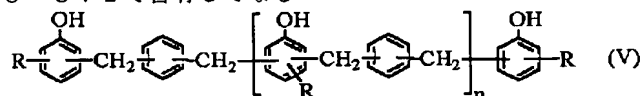


(ここで、 R は水素原子及び炭素数 1～5 の置換又は非置換の一価の炭化水素基から選ばれ、 n は 0～10 の整数を示す。)



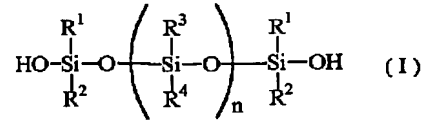
(ここで、 $\text{R}^1 \sim \text{R}^4$ は水素原子及び炭素数 1～5 の置換又は非置換の一価の炭化水素基から選ばれ、全てが同一でも異なってもよい。 n は 0～10 の整数を示す。)

【請求項 9】 (A) エポキシ樹脂が上記一般式 (III) で示されるエポキシ樹脂と上記一般式 (IV) で示されるエポキシ樹脂とを重量比 2 : 8～8 : 2 で含有してなる



ポキシ樹脂成形材料。

【化 1】



(ここで、 $\text{R}^1 \sim \text{R}^4$ は水素原子及び炭素数 1～10 の置換又は非置換の一価の炭化水素基から選ばれ、全てが同一でも異なってもよい。 n は 0～150 の整数を示す。)

【請求項 7】 シラノール基を有する化合物の配合量が (B) 硬化剤の水酸基に対するシラノール基を有する化合物のシラノール基のモル濃度で 0.05 モル%～10 モル%である請求項 5 又は請求項 6 記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

【請求項 8】 (A) エポキシ樹脂が下記一般式 (II)～(IV) で示されるエポキシ樹脂の少なくとも 1 種を含有してなる請求項 1～7 のいずれかに記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

【化 2】

す。)

【化 3】

数を示す。)

【化 4】

請求項 8 記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

【請求項 10】 (B) 硬化剤が下記一般式 (V) で示されるフェノール・アラルキル樹脂を含有してなる請求項 1～9 のいずれかに記載の封止用エポキシ樹脂成形材料。

【化 5】

3

(ここで、Rは水素原子及び炭素数1～10の置換又は非置換の一価の炭化水素基から選ばれ、nは0～8の整数を示す。)

【請求項11】請求項1～10のいずれかに記載の封止用エポキシ樹脂成形材料により封止された素子を備える銅フレームを用いた電子部品装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、特に銅フレームを用いた電子部品装置において優れたはんだ耐熱性を示す封止用エポキシ樹脂成形材料及びこれにより封止された素子を備える電子部品装置に関する。

【0002】

【従来の技術】IC、トランジスタなどの電子部品装置は、小型化、高速化の要求に応えるため、年々その集積度や動作速度が高まっており、消費電力の増大、すなわち発熱量の増大を招いている。また、低コスト化の要求もますます厳しく、近年、これらの要求に対応するため、電子部品装置に従来の42アロイフレームに換えて、熱伝導率が高く低コストな銅フレームを用いる例が増えている。しかし、銅フレームは42アロイフレームに比べて熱処理により表面が酸化されやすく、生成した酸化膜は脆いため、素子の封止後ダイパッド裏面やインナーリード部分で封止用エポキシ樹脂と剥離しやすい傾向にあり、実装時のはんだ耐熱性に劣る、という問題があった。そこで、銅フレームと封止用エポキシ樹脂の接着性を向上させるため、アミノアルコキシシラン、エポキシアルコキシシラン、メルカプトアルコキシシランなどのシランカップリング剤を封止用エポキシ樹脂に添加することが行われている。

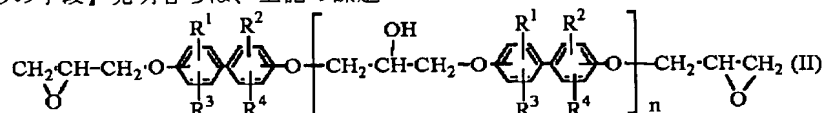
【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、これら従来のアルコキシ基を有するシランカップリング剤を封止用エポキシ樹脂に添加しても、はんだ耐熱性の改善は十分でなく、特に素子の封止工程までに加わる熱処理条件が厳しく、銅フレームの酸化が進んでいる場合は、むしろはんだ耐熱性が低下する、という問題があった。

【0004】本発明は、このように酸化の進んだ銅フレームに対しても、優れたはんだ耐熱性を示す封止用エポキシ樹脂成形材料及びこれにより封止された素子を備える電子部品装置を提供しようとするものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】発明者らは、上記の課題



(ここで、R¹～R⁴は水素原子及び炭素数1～10の置換又は非置換の一価の炭化水素基から選ばれ、全てが同一でも異なっているもよい。nは0～3の整数を示す。)

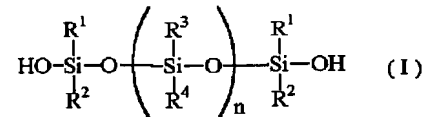
4

を解決するために鋭意検討を重ねた結果、はんだ耐熱性の低下を招くダイパッド裏面などでの銅フレームと封止用エポキシ樹脂との剥離は、アルコキシ基を有する化合物の添加により促進され、これを除くことにより上記目的を達成し得ることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0006】すなわち、本発明は、(1) (A) エポキシ樹脂、(B) 硬化剤及び(C) 充填剤を必須成分とし、アルコキシ基を有する化合物を含有しない封止用エポキシ樹脂成形材料、(2) (A) エポキシ樹脂、

(B) 硬化剤、(C) 充填剤及び(D) アルコキシ基を有しないカップリング剤を必須成分とする封止用エポキシ樹脂成形材料、(3) (C) 充填剤を(D) アルコキシ基を有しないカップリング剤で予め表面処理しないで用いてなる上記(2)記載の封止用エポキシ樹脂成形材料、(4) (D) アルコキシ基を有しないカップリング剤がSi-N結合を有する環状シラン化合物を含有してなる上記(2)又は(3)記載の封止用エポキシ樹脂成形材料、(5) (D) アルコキシ基を有しないカップリング剤がシラノール基を有する化合物を含有してなる上記(2)～(4)のいずれかに記載の封止用エポキシ樹脂成形材料、(6) シラノール基を有する化合物が下記一般式(I)で示される化合物である上記(5)記載の封止用エポキシ樹脂成形材料、

【化6】



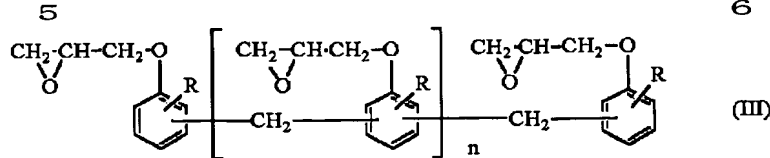
(ここで、R¹～R⁴は水素原子及び炭素数1～10の置換又は非置換の一価の炭化水素基から選ばれ、全てが同一でも異なっているもよい。nは0～150の整数を示す。)

(7) シラノール基を有する化合物の配合量が(B)硬化剤の水酸基に対するシラノール基を有する化合物のシラノール基のモル濃度で0.05モル%～10モル%である上記(5)又は(6)記載の封止用エポキシ樹脂成形材料、(8) (A) エポキシ樹脂が下記一般式(II)～(IV)で示されるエポキシ樹脂の少なくとも1種を含有してなる上記(1)～(7)のいずれかに記載の封止用エポキシ樹脂成形材料、

【化7】

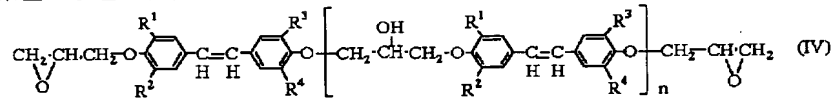
す。)

【化8】



(ここで、Rは水素原子及び炭素数1～5の置換又は非置換の一価の炭化水素基から選ばれ、nは0～10の整数を示す。)

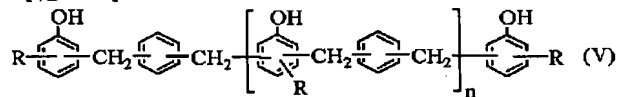
【化9】



(ここで、R¹～R⁴は水素原子及び炭素数1～5の置換又は非置換の一価の炭化水素基から選ばれ、全てが同一でも異なってもよい。nは0～10の整数を示す。)

(9) (A) エポキシ樹脂が一般式 (III) で示されるエポキシ樹脂と一般式 (IV) で示されるエポキシ樹脂とを重量比2:8～8:2で含有してなる上記(8)記載の封止用エポキシ樹脂成形材料、及び(10) (B) 硬化剤が下記一般式 (V) で示されるフェノール・アラルキル樹脂を含有してなる上記(1)～(9)のいずれかに記載の封止用エポキシ樹脂成形材料、並びに

【化10】



(ここで、Rは水素原子及び炭素数1～10の置換又は非置換の一価の炭化水素基から選ばれ、nは0～8の整数を示す。)

(11) 上記(1)～(10)のいずれかに記載の封止用エポキシ樹脂成形材料により封止された素子を備えた銅フレームを用いた電子部品装置に関する。

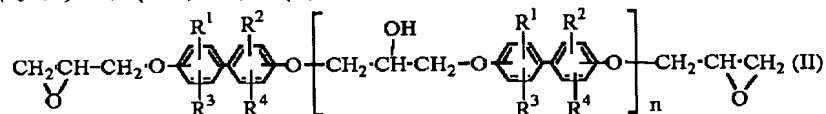
【0007】

【発明の実施の形態】 本発明において用いられる(A)エポキシ樹脂としては、封止用エポキシ樹脂成形材料で一般に使用されているもので特に制限はないが、例えば、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、オルソクレゾールノボラック型エポキシ樹脂をはじめとするフェノール、クレゾール、キシレノール、レゾルシン、カテコ

ール、ビスフェノールA、ビスフェノールF等のフェノール類及び/又はα-ナフトール、β-ナフトール、ジヒドロキシナフタレン等のナフトール類とホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、プロピオンアルデヒド、ベンズアルデヒド、サリチルアルデヒド等のアルデヒド基を有する化合物とを酸性触媒下で縮合又は共縮合させて得られるノボラック樹脂をエポキシ化したもの、ビスフェノールA、ビスフェノールF、ビスフェノールS、アルキル置換又は非置換のビスフェノール等のジグリシジルエーテル、フタル酸、ダイマー酸等の多塩基酸とエピクロロヒドリンの反応により得られるグリシジルエステル型エポキシ樹脂、ジアミノジフェニルメタン、イソシアヌル酸等のポリアミンとエピクロロヒドリンの反応により得られるグリシジルアミン型エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエンとフェノール類の共縮合樹脂のエポキシ化物、ナフタレン環を有するエポキシ樹脂、ナフトールアラルキル樹脂のエポキシ化物、トリメチロールプロパン型エポキシ樹脂、テルペン変性エポキシ樹脂、オレフィン結合を過酢酸等の過酸で酸化して得られる線状脂肪族エポキシ樹脂及び脂環族エポキシ樹脂などが挙げられ、これらのエポキシ樹脂を単独で用いても2種以上を組み合わせ用いてもよい。なかでも、はんだ耐熱性の観点からは下記一般式 (II) で示されるビスフェニル型エポキシ樹脂、下記一般式 (III) で示されるノボラック型エポキシ樹脂及び下記一般式 (IV) で示されるスチルベン型エポキシ樹脂が好ましい。

【0008】

【化11】

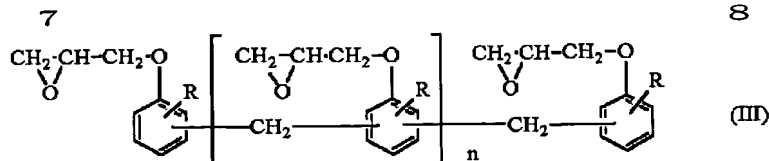


(ここで、R¹～R⁴は水素原子及び炭素数1～10の置換又は非置換の一価の炭化水素基から選ばれ、全てが同一でも異なってもよい。nは0～3の整数を示す。)

す。)

【0009】

【化12】



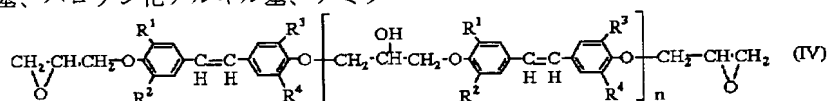
(ここで、Rは水素原子及び炭素数1～5の置換又は非置換の一価の炭化水素基から選ばれ、nは0～10の整数を示す。)

上記式(III)中のRとしては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、イソプロピル基、 t -ブチル基等のアルキル基、ビニル基、アリル基、ブテニル基等のアルケニル基、ハロゲン化アルキル基、アミノ

基置換アルキル基、メルカプト基置換アルキル基などの炭素数1～5の置換又は非置換の一価の炭化水素基が挙げられ、なかでもメチル基、エチル基等のアルキル基が好ましく、メチル基がより好ましい。

【0010】

【化13】



(ここで、 $R^1 \sim R^4$ は水素原子及び炭素数1～5の置換又は非置換の一価の炭化水素基から選ばれ、全てが同一でも異なってもよい。nは0～10の整数を示す。)

上記式(IV)中の $R^1 \sim R^4$ としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、イソプロピル基、 t -ブチル基等のアルキル基、ビニル基、アリル基、ブテニル基等のアルケニル基、ハロゲン化アルキル基、アミノ基置換アルキル基、メルカプト基置換アルキル基などの炭素数1～5の置換又は非置換の一価の炭化水素基が挙げられ、なかでもアルキル基が好ましく、メチル基、 t -ブチル基がより好ましい。

【0011】上記一般式(II)で示されるビフェニル型エポキシ樹脂を例示すると、4,4'-ビス(2,3-エポキシプロポキシ)ビフェニル、4,4'-ビス(2,3-エポキシプロポキシ)-3,3',5,5'-テトラメチルビフェニル等が挙げられ、なかでも4,4'-ビス(2,3-エポキシプロポキシ)-3,3',5,5'-テトラメチルビフェニルが好ましい。このビフェニル型エポキシ樹脂を使用する場合、その配合量はエポキシ樹脂全量に対し60重量%以上とすることが好ましい。60重量%未満では当該エポキシ樹脂の低吸湿性、高接着性の特長が発揮されず、はんだ耐熱性に対して効果が小さいためである。

【0012】上記一般式(III)で示されるノボラック型エポキシ樹脂を例示すると、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、オルソクレゾールノボラック型エポキシ樹脂等が挙げられ、なかでもオルソクレゾールノボラック型エポキシ樹脂が好ましい。また、上記一般式(II)で示されるノボラック型エポキシ樹脂の粘度は特に限定されるものではないが、150℃におけるICI粘度が0.5～5ポイズ(0.05～0.5 Pa·s)であることが好ましく、0.6～3ポイズ(0.06～0.3 Pa·s)がより好ましい。0.5ポイズ(0.

05 Pa·s)未満では軟化点が低く成形時の作業性が低下する傾向があり、5ポイズ(0.5 Pa·s)を超えはんだ耐熱性が低下する傾向がある。上記一般式

20

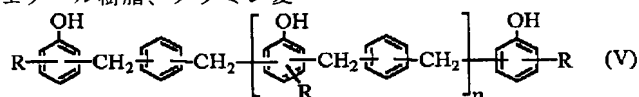
(IV)で示されるスチルベン型エポキシ樹脂として好ましいものを例示すると、3- t -ブチル-4,4'-ジヒドロキシ-3',5,5'-トリメチルスチルベンのエポキシ化物、4,4'-ジヒドロキシ-3,3',5,5'-テトラメチルスチルベンのエポキシ化物及びこれらの混合物等が挙げらる。上記一般式(II)～(IV)で示されるエポキシ樹脂は、いずれか1種を単独で用いても2種以上を併用してもよいが、一般式(III)で示されるノボラック型エポキシ樹脂と一般式(IV)で示されるスチルベン型エポキシ樹脂は、併用することが好ましく、その場合、予め両者を混合して用いることがより好ましい。一般式(III)で示されるノボラック型エポキシ樹脂と一般式(IV)で示されるスチルベン型エポキシ樹脂との併用割合は特に限定するものではないが、重量比で2:8～8:2の範囲に設定されることが好ましく、3:7～7:3がより好ましく、4:6～6:4がさらに好ましい。一般式(III)で示されるエポキシ樹脂の割合が多くなるとはんだ耐熱性が低下する傾向があり、一般式(IV)で示されるエポキシ樹脂の割合が多くなると成形性が低下する傾向がある。上記一般式(II)～(IV)で示されるエポキシ樹脂を使用する場合、その配合量は(A)エポキシ樹脂全量に対して合わせて60重量%以上とすることがはんだ耐熱性の観点から好ましい。

40

【0013】本発明において用いられる(B)硬化剤としては、封止用エポキシ樹脂成形材料で一般に使用されているもので特に制限はないが、例えば、フェノール系化合物、酸無水物、アミン系化合物等が挙げられ、なかでもフェノール系化合物が好ましい。フェノール系化合物としては、例えば、フェノール、クレゾール、キシレノール、ハイドロキノン、レゾルシン、カテコール、ピ

50

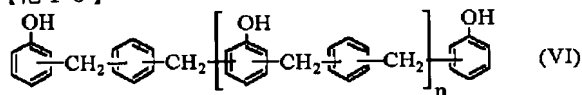
スフェノールA、ビスフェノールF等のフェノール類及び／又は α -ナフトール、 β -ナフトール、ジヒドロキシナフタレン等のナフトール類と、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、プロピオンアルデヒド、ベンズアルデヒド、サリチルアルデヒド等のアルデヒド類とを酸性触媒下で縮合又は共縮合させて得られるノボラック型フェノール樹脂又はノボラック型ナフトール樹脂、フェノール類及び／又はナフトール類とジメトキシパラキシレンやビス（メトキシメチル）ビフェニル等を反応させて得られるフェノール・アラルキル樹脂、ナフトール・アラルキル樹脂等のアラルキル型フェノール樹脂、ジシクロペンタジエンとフェノール類とを共縮合させて得られるジシクロペンタジエン型フェノール樹脂、メラミン変



(ここで、Rは水素原子及び炭素数1～10の置換又は非置換の一価の炭化水素基から選ばれ、nは0～8の整数を示す。)

【 0 0 1 5 】

【化 1 5】



【0016】(A) エポキシ樹脂と(B)硬化剤との化学当量比については特に制限はないが、それぞれの未反応分を少なく抑えるために、全エポキシ樹脂のエポキシ当量に対する全フェノール樹脂の水酸基当量の比率(フェノール樹脂中の水酸基数/エポキシ樹脂中のエポキシ基数)が0.7~1.3の範囲に設定されることが好ましく、0.8~1.2がより好ましい。

【0017】また、本発明の封止用エポキシ樹脂成形材料には、エポキシ樹脂と硬化剤の硬化反応を促進するため、必要に応じて硬化促進剤を用いることができる。この硬化促進剤としては、一般に使用されているもので特に制限はないが、例えば、1, 8-ジアザービスクロ

(5, 4, 0) ウンデセン-7, 1, 5-ジアザービシクロ(4, 3, 0)ノネン、5, 6-ジブチルアミノ-1, 8-ジアザービシクロ(5, 4, 0) ウンデセン-7等のシクロアミジン化合物及びこれらの化合物に無水マレイン酸、1, 4-ベンゾキノ、2, 5-トルキノ、1, 4-ナフトキノ、2, 3-ジメチルベンゾキノ、2, 6-ジメチルベンゾキノ、2, 3-ジメトキシ-5-メチル-1, 4-ベンゾキノ、2, 3-ジメトキシ-1, 4-ベンゾキノ、フェニル-1, 4-ベンゾキノ等のキノ化合物、ジアゾフェニルメタン、フェノール樹脂などの π 結合をもつ化合物を付加してなる分子内分極を有する化合物、ベンジルジメチルアミン、トリエタノールアミン、ジメチルアミノエタノ-

性フェノール樹脂、テルペン変性フェノール樹脂、多環芳香族変性フェノール樹脂などが挙げられ、これらを単独で用いても2種以上を組み合わせ用いてもよい。はんだ耐熱性の観点からは、下記一般式(V)で示されるフェノール・アラルキル樹脂が好ましく、なかでも下記の式(VI)で示され、nの平均値が0~8のフェノール・アラルキル樹脂がより好ましい。この一般式(V)のフェノール・アラルキル樹脂を使用する場合、その配合量は(B)硬化剤全量に対して60重量%以上とすることがはんだ耐熱性の観点から好ましい。

【 0 0 1 4 】

【化 1 4】

ル、トリス（ジメチルアミノメチル）フェノール等の3級アミン類及びこれらの誘導体、2-メチルイミダゾール、2-フェニルイミダゾール、2-フェニル-4-メチルイミダゾール等のイミダゾール類及びこれらの誘導体、トリブチルホスフィン、メチルジフェニルホスフィン、トリフェニルホスフィン、トリス（4-メチルフェニル）ホスフィン、ジフェニルホスフィン、フェニルホスフィン等の有機ホスフィン類及びこれらのホスフィン類に無水マレイン酸、上記キノン化合物、ジアゾフェニルメタン、フェノール樹脂等の π 結合をもつ化合物を付加してなる分子内分極を有するリン化合物、テトラフェニルホスホニウムテトラフェニルボレート、トリフェニルホスフィンテトラフェニルボレート、2-エチル-4-メチルイミダゾールテトラフェニルボレート、N-メチルモルホリントテトラフェニルボレート等のテトラフェニルボロン塩及びこれらの誘導体などが挙げられ、なかでも、有機ホスフィン類、シクロアミジン化合物、またはこれらとベンゾキノンの付加物が好ましい。これらの硬化促進剤は、単独で用いても2種以上を組み合わせで用いてもよい。

【００１８】本発明において用いられる（Ｃ）充填剤は、吸湿性、線膨張係数低減、熱伝導性向上及び強度向上のために成形材料に配合されるものであり、無機充填剤を用いることが好ましい。例えば、熔融シリカ、結晶シリカ、アルミナ、ジルコン、珪酸カルシウム、炭酸カルシウム、チタン酸カリウム、炭化珪素、窒化珪素、窒化アルミ、窒化ホウ素、ベリリア、ジルコニア、ジルコン、フォステライト、ステアタイト、スピネル、ムライト、チタニア等の粉体、又はこれらを球形化したビーズ、ガラス繊維などが挙げられる。さらに、難燃効果のある無機充填剤としては水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウム、硼酸亜鉛、モリブデン酸亜鉛等が挙げられる。これらの充填剤は単独で用いても２種以上を組み合わせ

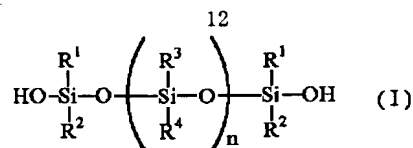
わせて用いてもよい。上記の充填剤の中で、線膨張係数低減の観点からは溶融シリカが、高熱伝導性の観点からはアルミナが好ましい。充填剤の形状は成形時の流動性及び金型摩耗性の点から球形が好ましく、50重量%以上を球形とすることが好ましく、特に球状溶融シリカ粉末を用いることが好ましい。充填剤の配合量としては、耐熱性の観点から、封止用エポキシ樹脂成形材料に対して60重量%以上が好ましく、70～95重量%の範囲がより好ましく、80～92重量%がさらに好ましい。

【0019】本発明の封止用エポキシ樹脂成形材料において、銅フレームと封止用エポキシ樹脂との接着性を向上させる観点からはカップリング剤を配合することが好ましい。この場合、(C)成分の充填剤をカップリング剤で表面処理して用いると、充填剤が凝集を起こしやすくなるため、成形性の観点から好ましくない。

【0020】本発明において用いられるカップリング剤としては、はんだ耐熱性の観点から(D)アルコキシ基を有しないカップリング剤が好ましい。(D)アルコキシ基を有しないカップリング剤としては、アルコキシ基を有さず、充填剤、銅フレーム等の無機物とエポキシ樹脂、硬化剤等の有機物の双方に反応可能な化合物であれば特に制限はないが、例えば、Si-N結合が加水分解することによって無機物と反応可能な部分と有機物と反応可能な部分が同時に生成するSi-N結合を有する環状シラン化合物、(ジエチルアミノ)トリメチルシラン、ビス(ジメチルアミノ)ジメチルシラン、ビス(ジメチルアミノ)ジエチルシラン、ビス(ジメチルアミノ)ジフェニルシラン、アリルアミノトリメチルシラン、アニリノトリメチルシラン等のアミノシラン化合物、ヘキサメチルジシラザン、1, 3-ジフェニル-1, 1, 3, 3-テトラメチルジシラザン等のシラザン化合物、ジフェニルシランジオール、シラノール末端ポリジメチルシロキサン、シラノール末端ポリジフェニルシロキサン等のシラノール基を有する化合物などのシラノール基、シリル基、Si-N結合等を有するシラン化合物、ジメチルシリコンオイル、アミノ変性ジメチルシリコンオイル等のシリコン化合物などが挙げられ、これらの1種を単独で用いても2種以上を組み合わせ用いてもよい。なかでも、保存安定性の観点からはSi-N結合を有する環状シラン化合物が好ましい。このような環状シラン化合物としては、例えば、HU-081(東レ・ダウコーニング・シリコン株式会社製商品名)等が挙げられる。また、耐湿信頼性の観点からはシラノール基を有する化合物が好ましく、そのなかでもはんだ耐熱性の観点からは、下記一般式(I)で示される化合物が好ましい。

【0021】

【化16】

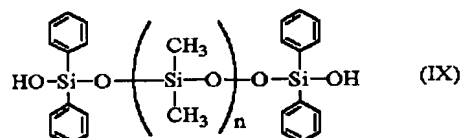
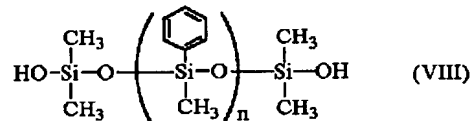
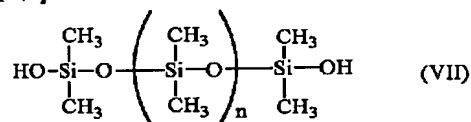


(ここで、 $\text{R}^1 \sim \text{R}^4$ は水素原子及び炭素数1～10の置換又は非置換の一価の炭化水素基から選ばれ、全てが同一でも異なってもよい。 n は0～150の整数を示す。)

上記一般式(I)中の $\text{R}^1 \sim \text{R}^4$ は、水素原子及び炭素数1～10の置換又は非置換の一価の炭化水素基から選ばれるが、炭素数1～10の置換又は非置換の一価の炭化水素基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、イソプロピル基、イソブチル基、sec-ブチル基、tert-ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基等のアルキル基、アリル基、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、n-ブトキシ基、tert-ブトキシ基等のアルコキシ基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、シクロヘプチル基、シクロペンテニル基等の脂環式炭化水素基、フェニル基、トリル基等のアリール基等及びこれらにアルキル基、アルコキシ基、アリール基、水酸基、アミノ基、ハロゲン等が置換したものなどが挙げられ、なかでもアルキル基が好ましく、メチル基がより好ましい。また、成形性の観点からは、上記一般式(I)中の n は1～150であることが必要で、1～100が好ましく、1～50がより好ましい。 n の平均値は1～50が好ましく、3～20がより好ましい。同様の観点から、上記一般式(I)で示される化合物の水酸基当量(g/eq)は、100～7000が好ましく、200～5000がより好ましく、250～2500がさらに好ましい。

【0022】上記一般式(I)で示される化合物としては、例えば、下記一般式(VII)～(IX)で示されるシラノール末端ポリジメチルシロキサン等が挙げられ、成形性及びの観点からは一般式(VII)で示されるシラノール末端ポリジメチルシロキサンが好ましい。

【化17】



上記一般式(VII)～(IX)中の n は0～150の整数を

示し、1~100が好ましく、1~50がより好ましい。nの平均値は1~50が好ましく、3~20がより好ましい。

【0023】(D)アルコキシ基を有しないカップリング剤の配合量は、(A)エポキシ樹脂100重量部に対して0.1~20重量部が好ましく、0.5~10重量部がより好ましい。配合量が0.1重量部未満ではカップリング剤としての効果が不十分となる傾向があり、20重量部を超えると成形性が低下する傾向がある。シラノール基を有する化合物を用いる場合には、その配合量は、(B)硬化剤の水酸基に対するシラノール基を有する化合物のシラノール基の配合モル濃度で0.05モル%~10モル%であることが好ましく、0.1モル%~8モル%がより好ましく、0.2モル%~6モル%がさらに好ましい。0.05モル%未満では耐湿信頼性が低下する傾向があり、10モル%を超えると成形性が低下する傾向がある。

【0024】また、本発明の封止用エポキシ樹脂成形材料には、カップリング剤以外に、銅フレームと封止用エポキシ樹脂との接着性をさらに向上させるため、必要に応じて接着促進剤を用いることができる。この接着促進剤としては、例えば、イミダゾール、トリアゾール、テトラゾール、トリアジン等の誘導体、アントラニル酸、没食子酸、マロン酸、リンゴ酸、マレイン酸、アミノフェノール、キノリン等及びそれらの誘導体、脂肪酸酸アミド化合物、ジチオカルバミン酸塩、チアジアゾール誘導体などが挙げられ、これらを単独で用いても2種類以上併用してもよい。

【0025】本発明の封止用エポキシ成形材料には、上記以外に、シリコーンオイルやシリコーンゴム粉末等の応力緩和剤、メチルメタクリレートブタジエンスチレン共重合樹脂の粉末等の可撓剤、カルナバワックス、モンタン酸、ステアリン酸等の高級脂肪酸、高級脂肪酸金属塩、モンタン酸エステル等のエステル系ワックス、ポリエチレン、酸化ポリエチレン等のポリオレフィン系ワックスなどの離型剤、ブロム化樹脂、酸化アンチモン、リン酸エステル、トリアジン誘導体等の難燃剤、染料、カーボンブラック等の着色剤、ハイドロタルサイト類、水酸化ビスマス等のイオントラップ剤などの添加剤を必要に応じて配合することができるが、これらの添加剤はいずれもアルコキシ基を有しない化合物であることが好ましい。

【0026】本発明の封止用エポキシ成形材料を銅フレームを用いた電子部品装置に使用する場合、はんだ耐熱性の観点から、成形材料に配合する成分はいずれもアルコキシ基を有しない化合物であることが好ましい。

【0027】本発明の封止用エポキシ樹脂成形材料は、各種配合成分を均一に分散混合できるのであれば、いかなる手法を用いても調製できるが、一般的な方法として、所定の配合量の配合成分をミキサーなどによって十

分混合した後、ミキシングロール、押出し機などによって熔融混練し、冷却、粉碎する方法が挙げられる。混練の方法はドライブレンド法と湿式ブレンド法があるが、湿式ブレンド法では配合成分が凝集しやすいので、分散性の観点からはドライブレンド法が好ましい。また、調製後の成形材料は、成形条件に合うような寸法および重量でタブレット化すると使いやすい。

【0028】本発明の封止用エポキシ樹脂成形材料で封止した素子を備える電子部品装置としては、銅フレーム上に半導体チップ、トランジスタ、ダイオード、サイリスタ等の能動素子、コンデンサ、抵抗体、コイル等の受動素子等の素子を搭載し、必要な部分を本発明の封止用エポキシ樹脂成形材料で封止した、電子部品装置などが挙げられる。このような電子部品装置としては、例えば、銅フレーム上に半導体素子を固定し、ボンディングパッド等の素子の端子部と銅フレームのリード部をワイヤボンディングやバンプ等で接続した後、本発明の封止用エポキシ樹脂成形材料を用いてトランスファ成形等により封止してなる、DIP (Dual Inline Package)、PLCC (Plastic Leaded Chip Carrier)、QFP (Quad Flat Package)、SOP (Small Outline Package)、SOJ (Small Outline J-lead package)、TSOP (Thin Small Outline Package)、TQFP (Thin Quad Flat Package)等の一般的な樹脂封止型パッケージが挙げられるが、なかでも表面実装法により配線板に実装されるQFP等の表面実装型パッケージに本発明の封止用エポキシ樹脂成形材料を適用した場合、優れたはんだ耐熱性を発揮できる。

【0029】また、上記に示した銅フレームを用いた樹脂封止型パッケージの形態であれば、封止される素子はトランジスタ、サイリスタ、IC等の半導体素子ばかりでなく、抵抗体、抵抗アレイ、コンデンサ、ポリスイッチ等のスイッチ類なども対象となり、これらの素子に対しても実装時の優れたはんだ耐熱性を提供できる。

【0030】素子を封止する方法としては、低圧トランスファ成形法が最も一般的であるが、インジェクション成形法、圧縮成形法等を用いてもよい。

【0031】

【実施例】次に実施例により本発明を説明するが、本発明の範囲はこれらの実施例に限定されるものではない。実施例1~16、比較例1~6

エポキシ樹脂として、エポキシ当量188、融点106℃のビフェニル型エポキシ樹脂(エポキシ樹脂1:油化シェルエポキシ株式会社製商品名エピコートYX-4000H)、オルソクレゾールノボラック型エポキシ樹脂とスチルベン型エポキシ樹脂の混合重量比1:1の混合物であるエポキシ当量205(g/e q)のエポキシ樹脂(エポキシ樹脂2:住友化学工業株式会社製商品名RL-9710)、エポキシ当量200(g/e q)、融点67℃のクレゾールノボラック型エポキシ樹脂(エポ

キシ樹脂3：住友化学工業株式会社製商品名スミエポキシESC N-190)、エポキシ当量210 (g/e q)、融点120℃のスチルベン型エポキシ樹脂(エポキシ樹脂4：住友化学工業株式会社製商品名ESLV-210)、エポキシ当量375 (g/e q)、軟化点80℃、臭素含有量48重量%のビスフェノールA型臭素化エポキシ樹脂、硬化剤として、水酸基当量167、軟化点70℃のフェノール・アラルキル樹脂(三井化学株式会社製商品名ミレックスXL-225)、充填剤として、平均粒径17.5 μm、比表面積3.8 m²/gの球状熔融シリカ、アルコキシ基を有しないカップリング剤として、カップリング剤1(東レ・ダウコーニング・シリコン株式会社製商品名HU-081)、下記一般式(VII)で示されるカップリング剤2~5(カップリング剤2：GELEST社製商品名DMS-S12、n=5.5~9.5、水酸基当量286~435 (g/e q)、カップリング剤3：GELEST社製商品名DMS-S15、n=36.4~48.8、水酸基当量1429~1887 (g/e q)、カップリング剤4：GELEST社製商品名DMS-S21、n=48.8~55.3、水酸基当量1887~2128 (g/e q)、カップリング剤5：GELEST社製商品名DMS-S27、n=205.7~243.5、水酸基当量7692~9091 (g/e q)、アルコキシ基を有するカ

表1 配合組成1

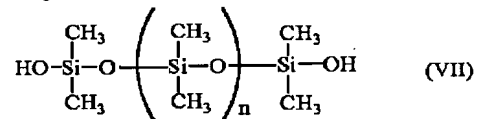
| 配合成分 | 実施例 | | | | | | | | | | |
|---------------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| エポキシ樹脂1 | 85 | — | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | 85 | — | — |
| エポキシ樹脂2 | — | 85 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| エポキシ樹脂3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 42.5 | 42.5 |
| エポキシ樹脂4 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 42.5 | 42.5 |
| 臭素化エポキシ樹脂 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 硬化剤 | 82 | 76 | 82.2 | 82.2 | 82.2 | 82.2 | 82.2 | 82.2 | 82.2 | 76 | 76 |
| 充填剤 | 1050 | 1050 | 1088 | 1099 | 1122 | 1204 | 1099 | 1099 | 1099 | 1052 | 1063 |
| カップリング剤1 | — | 3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| カップリング剤2 | — | — | 2 | 4 | 8 | 22.5 | — | — | — | 2 | 4 |
| カップリング剤3 | — | — | — | — | — | — | 4 | — | — | — | — |
| カップリング剤4 | — | — | — | — | — | — | — | 4 | — | — | — |
| カップリング剤5 | — | — | — | — | — | — | — | — | 4 | — | — |
| カップリング剤6 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| カップリング剤7 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 硬化促進剤 | 1.7 | 1.5 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.7 | 1.5 | 1.5 |
| カルナバワックス | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 三酸化アンチモン | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| カーボンブラック | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 充填剤量(重量%) | 84.49 | 84.71 | 84.81 | 84.81 | 84.81 | 84.82 | 84.81 | 84.81 | 84.81 | 84.8 | 84.8 |
| カップリング剤量(モル%) | — | — | 0.93~1.42 | 1.87~2.85 | 3.74~5.69 | 10.5~16.0 | 0.43~0.57 | 0.39~0.43 | 0.09~0.11 | 1.01~1.54 | 2.02~3.08 |

【0034】

ップリング剤として、アミノシランカップリング剤(カップリング剤6：信越化学工業株式会社製商品名KBE903)、エポキシシランカップリング剤(カップリング剤7：日本ユニカー株式会社製商品名A-187)、硬化促進剤としてトリフェニルホスフィン、その他の添加剤としてカルナバワックス(株式会社セラリカNODA製)、カーボンブラック(三菱化学株式会社製商品名MA-100)、三酸化アンチモンを用いて、表1及び表2に示す重量部で配合し、予備混合した後、80℃の二軸ミキシングロールで10分間混練し、冷却後粉碎して、実施例1~16及び比較例1~6の封止用エポキシ樹脂成形材料を得た。尚、表1及び表2中の充填剤量は封止用エポキシ樹脂組成物に対する充填剤の配合量(重量%)を示し、カップリング剤量は硬化剤の水酸基に対するカップリング剤のシラノール基のモル濃度(モル%)を示す。

【0032】

【化18】



【0033】

【表1】

(単位：重量部)

【表2】

表 2 配合組成 2

(單位:重量部)

| 配合成分 | 実施例 | | | | | 比較例 | | | | | |
|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| エポキシ樹脂 1 | — | — | — | — | — | 85 | — | 85 | 85 | — | — |
| エポキシ樹脂 2 | — | — | — | — | — | — | 85 | — | — | — | — |
| エポキシ樹脂 3 | 42.5 | 42.5 | 42.5 | 42.5 | 42.5 | — | — | — | — | 42.5 | 42.5 |
| エポキシ樹脂 4 | 42.5 | 42.5 | 42.5 | 42.5 | 42.5 | — | — | — | — | 42.5 | 42.5 |
| 臭素化エポキシ樹脂 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| 硬化剤 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 82 | 76 | 82.2 | 82.2 | 76 | 76 |
| 充填剤 | 1086 | 1159 | 1063 | 1063 | 1063 | 1050 | 1050 | 1099 | 1099 | 1063 | 1063 |
| カップリング剤 1 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| カップリング剤 2 | 8 | 21 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| カップリング剤 3 | — | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| カップリング剤 4 | — | — | — | 4 | — | — | — | — | — | — | — |
| カップリング剤 5 | — | — | — | — | 4 | — | — | — | — | — | — |
| カップリング剤 6 | — | — | — | — | — | 5 | — | 4 | — | 4 | — |
| カップリング剤 7 | — | — | — | — | — | — | 5 | — | 4 | — | 4 |
| 硬化促進剤 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.7 | 1.5 | 1.7 | 1.7 | 1.5 | 1.5 |
| カルナバワックス | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 三酸化アンチモン | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| カーボンブラック | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 充填剤量 (重量%) | 84.81 | 84.82 | 84.8 | 84.8 | 84.8 | 84.15 | 84.58 | 84.81 | 84.81 | 84.8 | 84.8 |
| カップリング剤量 (モル%) | 4.04~ 6.15 | 10.5~ 16.0 | 0.46~ 0.62 | 0.42~ 0.46 | 0.10~ 0.11 | — | — | — | — | — | — |

【００３５】実施例及び比較例で作製した封止用エポキシ樹脂成形材料の特性を、次の各試験により評価した。各試験の試料は、トランスファ成形機を用い、金型温度１８０℃、成形圧力６．９ＭＰａ、硬化時間９０秒の条件で成形した。

(1) 成形性

寸法8mm×10mm×0.4mm厚のテスト用シリコンチップを銀ペーストを用いて銅フレーム上に固定し、200℃で2時間熱処理して銀ペーストを硬化させた。その後、封止用エポキシ樹脂成形材料を用いて外形寸法14mm×20mm×2.7mm厚のQFP80ピンのパッケージを上記条件で500ショット成形し、未充填、ボイド、ゲート部分の金型への付着などの成形不良の発生の有無を観察し、成形不良の発生率で評価した。成形不良の発生率が0%、すなわち、成形不良が発生しなかった場合を優とし、成形不良の発生率が0%超5%未満の場合を可とした。

(2) はんだ耐熱性

寸法 8 mm×10 mm×0.4 mm厚のテスト用シリコンチップを銀ペーストを用いて銅フレーム上に固定し、200℃で2時間熱処理して銀ペーストを硬化させた。その後、封止用エポキシ樹脂成形材料を用いて外形寸法 14 mm×20 mm×2.7 mm厚のQFP80ピンのパッケージを上記条件で成形し、175℃、6時間の条件で後硬化を行い、得られたパッケージを85℃、85%RHの条件で吸湿し、所定時間毎にベーパーフェーズ

リフロー装置により215℃、90秒の条件でリフロー処理を行って、クラックの発生の有無を観察し、試験パッケージ数(5)に対するクラック発生パッケージ数ではんだ耐熱性を評価した。

(3) 耐湿信頼性

線幅 10 μm 、厚さ 1 μm のアルミ配線を施した寸法 5 mm \times 9 mm \times 0.4 mm 厚のテスト用シリコンチップを銀ペーストを用いて銅フレーム上に固定し、200℃で2時間熱処理して銀ペーストを硬化させた。次に、このシリコンチップ上のボンディングパッドと銅フレームのインナーリードを、金ワイヤを用いて280℃の加熱条件でワイヤボンディングにより接続した。その後、封止用エポキシ樹脂成形材料を用いて外形寸法 8 mm \times 18 mm \times 2.7 mm 厚の SOP 28 ピンのパッケージを上記条件で成形し、175℃、6時間の条件で後硬化を行い、得られたパッケージを85℃、85%RHで72時間吸湿させ、バーバフェーズリフロー装置により215℃、90秒の条件でリフロー処理を行った。その後、さらにこのパッケージを121℃、2気圧のプレッシャークー装置中に放置して、所定時間毎に取り出して導通試験を行い、断線の発生の有無を確認し、試験パッケージ数(7)に対する断線発生パッケージ数で耐湿信頼性を評価した。得られた評価結果を表3及び表4に示す。

【 0 0 3 6 】

【表 3】

表 3 特性表 1

[illegible]

【0037】

【表4】

表4 特性表2

| 評価項目 | | 実施例 | | | | | 比較例 | | | | | |
|--------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 成形性 | | 優 | 可 | 優 | 優 | 可 | 優 | 優 | 優 | 優 | 優 | 優 |
| はんだ耐熱性 | 48h | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 |
| | 72h | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 |
| | 96h | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 0/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 | 5/5 |
| 耐湿信頼性 | 100h | 0/7 | 0/7 | 0/7 | 0/7 | 0/7 | 2/7 | 1/7 | 2/7 | 0/7 | 4/7 | 1/7 |
| | 300h | 0/7 | 0/7 | 0/7 | 0/7 | 0/7 | 4/7 | 3/7 | 4/7 | 3/7 | 7/7 | 3/7 |
| | 500h | 0/7 | 0/7 | 0/7 | 0/7 | 0/7 | 7/7 | 7/7 | 7/7 | 7/7 | 7/7 | 7/7 |

【0038】アルコキシ基を有する化合物を含まない本発明の実施例1～16は、いずれもはんだ耐熱性に著しく優れる。実施例2～5、7～12、14及び15は、成形性や耐湿信頼性にも優れ、特に良好な特性を示した。実施例1は成形性にも優れるが、カップリング剤を含まないため耐湿信頼性にやや劣る。実施例6及び13は耐湿信頼性にも優れるが、カップリング剤として用いたシラノール基を有する化合物の配合量が多いために成形性にやや劣る。実施例9及び16も耐湿信頼性にも優れるが、カップリング剤の水酸基当量及び重合度nが大きいために成形性にやや劣る。一方、アルコキシ基を有

する化合物を含む比較例1～6は、はんだ耐熱性に著しく劣り、耐湿信頼性にも劣っている。

【0039】

【発明の効果】本発明によって得られる封止用エポキシ樹脂成形材料は、実施例で示したように、銅フレームを用いた電子部品装置に適用した場合、成形性及び耐湿信頼性が良好で、200℃という厳しい熱処理条件下においても優れたはんだ耐熱性を示し、銅フレームの酸化が進んだ状態であっても信頼性の高い電子部品装置を得ることができるので、その工業的価値は大である。

フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 01 L 23/31

(72)発明者 松井 恵

茨城県つくば市和台48 日立化成工業株式会社総合研究所内

(72)発明者 高橋 佳弘

茨城県つくば市和台48 日立化成工業株式会社総合研究所内

(72)発明者 斎藤 裕之

茨城県つくば市和台48 日立化成工業株式会社総合研究所内

(72)発明者 萩原 伸介

茨城県つくば市和台48 日立化成工業株式会社総合研究所内

(72)発明者 古沢 文夫

茨城県結城市大字鹿窪1772-1 日立化成工業株式会社下館事業所内

(72)発明者 堀江 隆宏

茨城県結城市大字鹿窪1772-1 日立化成工業株式会社下館事業所内

Fターム(参考) 4J036 AB02 AD03 AD04 AD05 AD07

AD08 AD10 AD21 AE05 AE07

AF05 AF06 AF08 AF09 AF10

AF15 AF16 AF27 AF33 AF34

AF36 AG05 AG07 AH07 AJ08

AJ18 AK01 DB06 FA03 FA04

FA05 FA06 FB07 FB08 FB09

FB16 GA28

4M109 AA01 BA01 CA03 CA21 CA22

DB15 EA03 EB03 EB04 EB06

EB07 EB08 EB09 EB12 EB13

EB18 EB19 EC05 EC09 GA10